

Ind. J. Chem. Res., 2016, 3(2), 317-323

EFFECT OF VINEGAR TO HISTAMINE CONTENT IN BULLET TUNA (*Auxis rochei*)

Pengaruh Asam Cuka Terhadap Kandungan Histamin Dalam Daging Ikan Komu (*Auxis rochei*)

Nikmans Hattu^{1*}, Eirene G. Fransina¹, Cecilia A. Seumahu², Josina M. Sopacua¹

¹Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

²Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

*Corresponding author, e-mail: nickhattu@fmipa.unpatti.ac.id

Received: October 2015 Published: January 2016

ABSTRACT

The research on the effect of vinegar to histamine content in bullet tuna (*Auxis rochei*) has been done. Histamine content of quantitatively determined using a standard curve regression equation ($y = 0.005x - 0.046$) with a price coefficient of determination ($R^2 = 0.926$) is close to unity. The results showed levels of histamine in bullet tuna marinated in vinegar with variation concentrations of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% within 10 minutes, are 25.9099; 20.0408; 18.9671; 18.7108 and 18.6336 mg/100g respectively. While the levels of histamine in bullet tuna marinated in 25% of vinegar with variation of 10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes, are 18.6336; 16.0550; and 15.5246 mg/100g respectively.

Keywords : Bullet tuna, histamine, spectrophotometry, vinegar

PENDAHULUAN

Potensi lestari perikanan laut Indonesia diperkirakan 6,4 juta ton per tahun yang tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia dan ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan sebesar 5,12 juta ton per tahun atau sekitar 80 persen dari potensi lestari. Produksi perikanan tangkap dari penangkapan ikan di laut dan di perairan umum pada tahun 2006 masing-masing sekitar 4.468.010 ton dan 301.150 ton (Ditjen Perikanan Tangkap 2007). Salah satu produk perikanan tangkap unggulan Indonesia adalah ikan komu. Ikan komu merupakan salah satu komoditas perikanan Indonesia yang potensial, terbesar kedua setelah udang (DKP, 2005).

Ikan komu tersebar di perairan Kalimantan, Sumatera, pantai India, Filipina dan sebelah selatan Australia, sebelah barat Afrika Barat, Jepang, sebelah barat Hawaii dan perairan pantai Pasifik-Amerika. Ikan komu berkelompok besar bersifat karnivora, jenis makanannya adalah stomapoda, decapoda, cepapoda, ikan kecil, selain itu ikan komu

merupakan ikan perenang cepat serta akan ditangkap pada saat gelombang dan angin sedang. Ikan komu ini hidup di daerah pantai, lepas pantai perairan Indonesia yang daerah penyebarannya hampir sama dengan ikan cakalang yaitu perairan barat Sumatera, selatan Jawa, utara Sulawesi, laut Banda dan utara Irian Jaya (Wudianto, dkk., 2007).

Ikan merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan biologis oleh enzim atau mikroorganisme pembusuk, sehingga memerlukan penanganan yang khusus untuk mempertahankan mutunya. Proses kerusakan ikan berlangsung lebih cepat di daerah tropis karena suhu dan kelembaban harian yang tinggi. Proses kemunduran mutu tersebut makin dipercepat dengan cara penanganan atau penangkapan yang kurang baik, fasilitas sanitasi yang tidak memadai serta terbatasnya sarana distribusi dan pemasaran.

Pada ikan yang sudah tidak segar lagi dan menuju proses pembusukan, biasanya akan terbentuk histamin. Histamin merupakan salah satu bahan kimia yang bersifat toksik jika ditemukan banyak dalam tubuh. Senyawa ini

juga merupakan suatu amina biogenik yang diproduksi melalui proses dekarboksilase bakterial dari asam amino histidin, dan kebanyakan ditemukan dalam jumlah besar pada ikan-ikan dari famili *scombridae*. Keracunan histamin biasanya terjadi setelah mengkonsumsi ikan yang mengandung histamin tinggi. Gejala keracunan sangat bervariasi dan merupakan gejala alergi, meliputi gatal-gatal, diare, demam, sakit kepala, dan tekanan darah turun (Borade, dkk., 2007 ; Shalaby, 1996; Suryanti, 2006 ; & Taylor, 1986).

Histamin merupakan salah satu amine biogenik yang diproduksi pada jaringan ikan oleh bakteri dari famili *Enterobacteriaceae*, seperti *Morganella*, *Klebsiella*, dan *Hafnia* yang menghasilkan enzim histidin *decarboxylase*. Bakteri yang secara alami terdapat pada insang dan usus ikan akan menyebar ke seluruh bagian tubuh selama proses penanganan (Sumner dkk., 2004).

Kandungan histamin dapat dijadikan indikasi mutu ikan komu dan histamin juga merupakan indikator standar keamanan pangan produk ikan. Hal ini disebabkan kandungan histamin dapat menyebabkan efek keracunan. Keracunan histamin terjadi di seluruh dunia dan kemungkinan pada umumnya disebabkan oleh racun yang dihasilkan pada ikan. Jepang, Amerika Serikat (USA), dan Inggris Raya (*United Kingdom*, UK) merupakan negara dengan jumlah penduduk tertinggi yang menderita keracunan histamin (Sumner dkk., 2004).

Sebagai akibat dari banyaknya prevalensi keracunan histamin dan tingkat konsumsi produk hewani khususnya ikan yang tinggi, maka pengawasan kualitas pada pangan diantaranya kandungan histamin perlu mendapat perhatian serius bahwa perlunya upaya untuk menghambat dan menurunkan kandungan senyawa ini dalam produk bahan pangan. Beberapa upaya telah dilakukan di antaranya ikan direbus terlebih dahulu, ikan diasapi, ikan direbus dengan penambahan garam.

Kandungan histamin dalam ikan juga bisa ditentukan berdasarkan pemberian asam cuka. Pada konsentrasi asam asetat yang rendah dalam waktu penyimpanan 5 jam kandungan histamin dalam ikan cenderung lebih tinggi dibandingkan pada konsentrasi asam cuka yang tinggi (Seumahu dkk., 2010). Dalam penelitian ini

dilakukan penentuan kandungan histamin dalam daging ikan komu yang telah direndam dengan asam cuka dalam variasi konsentrasi dan waktu perendaman. Penelitian ini bermanfaat karena dapat dijadikan data ilmiah mengenai kandungan histamin pada ikan komu akibat pengaruh asam cuka dan sebagai rujukan data serta informasi dalam pengembangan produk pangan berbahan baku ikan.

METODOLOGI

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel ikan komu, asam sulfanilat (p.a. Merck), asam klorida (p.a. Merck), natrium nitrit (p.a. Merck), natrium klorida (p.a. Merck), natrium sulfat anhidrous (p.a. Merck), natrium fosfat monohidrat (p.a. Merck), natrium karbonat (p.a. Merck), n-butanol (p.a. Merck), histamin dihidroklorida (p.a. Merck), akuades, kertas saring whatman no. 42, asam cuka komersial merek Dixi.

Alat

Peralatan dan instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah : seperangkat alat gelas (Pyrex), neraca analitik, blender, pemanas listrik (Cimarec 2), refrigerator (LG), sentrifuge (Labofuge 200-Heraeus), spektrofotometer UV-Vis (UV-1700 Pharmaspec - Shimadzu).

Prosedur Kerja

Persiapan sampel

Ikan komu yang telah diambil dari tempat penjualan ikan dicuci bersih. Daging ikan bagian dorsal (tanpa kulit) diambil dari bagian tubuh ikan komu selanjutnya diiris dan ditimbang sebanyak 5 g setelah itu daging ikan komu tersebut direndam pada larutan asam cuka 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan volume 30 mL selama 10 menit kemudian dicuci kembali dengan akuades sebanyak 30 mL. Setelah diperoleh konsentrasi histamin terendah, konsentrasi tersebut dipakai untuk bervariasi waktu perendaman selama 20 menit dan 30 menit.

Pembuatan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat

Campuran 1,5 mL asam sulfanilat 0,9% (b/v) dalam HCl pekat dan 1,5 mL NaNO₂ 5%

(b/v) didinginkan dengan direndam dalam air es selama 5 menit. 6 mL dari larutan NaNO_2 5 % ditambahkan dan didiamkan selama 5 menit. Kemudian, pereaksi disimpan dalam rendaman es selama 15 menit. Selanjutnya didiamkan selama 12 jam dan siap digunakan.

Pembuatan larutan standar histamin

Histamin dihidroklorida (165,5 mg, BM = 184 g/mol) dilarutkan dalam 100 mL akuades sampai mencapai konsentrasi 1000 ppm histamin bebas. Larutan histamin standar 1000 ppm kemudian diencerkan dengan akuades untuk memperoleh konsentrasi 5, 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm.

Ekstraksi histamin

Irisan tipis daging ikan komu ditimbang sebanyak kurang lebih 5 g. Sampel dihomogenkan dengan 20 mL larutan NaCl 0,85% (b/v) selama 2 menit menggunakan blender. Selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung sentrifuge 75 mL dan disentrifuge pada 5300 rpm selama 1 jam pada 4°C. Supernatan yang terbentuk dibuat menjadi 25 mL dengan larutan NaCl 0,85%. Ekstrak digunakan untuk analisis selanjutnya.

Dalam tabung reaksi, 1 mL ekstrak diencerkan menjadi 2 mL dengan larutan NaCl 0,85 % dan 0,5 g campuran garam (berisi 6,25 g Na_2SO_4 anhidrat yang ditambahkan 1 g $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Tabung dikocok agar tercampur secara merata. Kemudian ditambahkan 2 mL n-butanol dan dikocok sekuat mungkin selama 1 menit dan didiamkan selama 2 menit. Selanjutnya dikocok sedikit agar terjadi kerusakan pada gel protein. Tabung kemudian dikocok lagi beberapa menit dan disentrifuge pada 3100 rpm untuk 10 menit. Butanol yang terletak di bagian atas (sekitar 1 mL) dipindahkan ke dalam tabung bersih dan kering. Selanjutnya diuapkan menjadi benar-benar kering. Residu dilarutkan di dalam 1 mL akuades dan kemudian direaksikan dengan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat.

Analisis secara spektrofotometri

Di dalam tabung reaksi yang bersih berisi 5 mL larutan Na_2CO_3 1,1% ditambahkan perlahan-lahan 2 mL pereaksi p-fenildiazonium sulfonat dan dicampur. Kemudian ditambahkan 1 mL larutan residu yang diperoleh dari proses ekstraksi ke dalam tabung. Absorbansi dari

warna yang dihasilkan diukur secepatnya setelah 5 menit pada panjang gelombang 497,8 nm menggunakan akuades sebagai blanko. Konsentrasi histamin dalam sampel diperoleh dari kurva standar untuk pengukuran absorbansi pada 497,8 nm dengan analisis regresi.

Pembuatan kurva standar

Sebanyak 1 mL larutan standar histamin (5, 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm) direaksikan dengan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 497,8 nm. Selanjutnya dibuat kurva absorbansi versus konsentrasi histamin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitatif Histamin

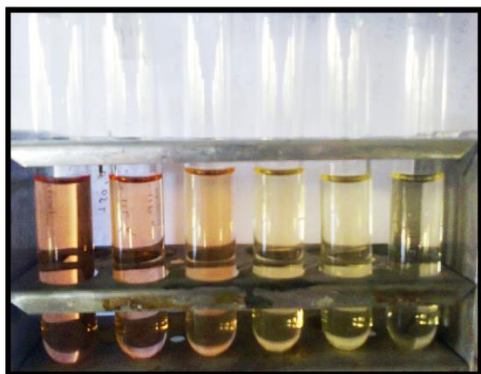
Analisis kualitatif kandungan histamin ditentukan menggunakan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat pada metode ini. Warna yang ditimbulkan yang mengindikasikan adanya histamin, yakni timbulnya warna kuning muda hingga orange yang merata dalam larutan. Konsentrasi histamin yang semakin tinggi pada sampel akan memperlihatkan intensitas warna yang lebih nyata (Gambar 1).

Intensitas warna yang dihasilkan reaksi antara larutan standar histamin dengan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat dicatat pada 6 konsentrasi berbeda. Skala warna referensi dari larutan standar ini dengan konsentrasi berkisar antara 5-80 mg/L dapat digunakan untuk pemeriksaan secara visual terhadap sampel. Hal ini memungkinkan analisis lebih cepat dan dapat diterima, serta memungkinkan ada atau tidaknya penggunaan spektrofotometer. Intensitas warna yang dihasilkan pada tiap konsentrasi histamin dalam sampel berbanding lurus dengan skala warna referensi dan absorbansi dari histamin standar yang diukur pada panjang gelombang 497,8 nm pada konsentrasi yang sama.

Analisis Kuantitatif Histamin

Analisis kuantitatif kandungan histamin dalam ikan komu (*Auxis rochei*) dilakukan dengan menggunakan metode kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi pada penentuan histamin dalam percobaan ini dibuat dengan cara mengukur absorbans sederetan larutan standar yang

diketahui konsentrasinya. Dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan regresi kurva standar yakni, $y = 0,005x - 0,046$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,926$.



Gambar 1. Sederetan larutan standar kompleks histamin dengan konsentrasi dari kiri ke kanan 80, 60, 40, 20, 10 dan 5 ppm

Hasil analisis kandungan histamin rata-rata dalam daging ikan komu (*Auxis rochei*) berdasarkan variasi konsentrasi asam cuka dengan metode spektrofotometri UV-Vis dirangkum pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil penelitian dengan perlakuan lamanya waktu sampel 10 menit dan variasi konsentrasi asam cuka (pH 5), maka konsentrasi histamin dalam ikan komu yang ditemukan berkisar antara 18,6336-25,9099

mg/100g sampel. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada sampel ikan komu dengan konsentrasi asam cuka 5%. Sementara itu, konsentrasi terendah ditemukan pada sampel ikan komu konsentrasi asam cuka 25%.

Tabel 1. Analisis kandungan histamin ikan komu dalam waktu 10 menit

| Konsentrasi asam cuka (%) | Konsentrasi Histamin (mg/100g) |
|---------------------------|--------------------------------|
| 0 | 28,0344 |
| 5 | 25,9099 |
| 10 | 20,0408 |
| 15 | 18,9671 |
| 20 | 18,7108 |
| 25 | 18,6336 |

Hasil analisis data pengukuran histamin secara statistika (Tabel 2) menunjukkan bahwa kandungan histamin dalam daging ikan komu yang telah direndam selama 10 menit dalam larutan asam cuka 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dalam penghambatan histamin terhadap daging ikan komu mentah (kontrol).

Setelah didapat konsentrasi histamin terendah pada asam cuka 25%, selanjutnya dilakukan penelitian dengan konsentrasi tersebut tetapi menggunakan variasi waktu 10 menit,

Tabel 2. Hasil analisis statistika kandungan histamin ikan komu dalam waktu 10 menit

| Perbandingan | | | Tingkat signifikan (p) |
|---------------------|----|---------------------|------------------------|
| Komu Kontrol | Vs | Komu, Asam Cuka 5% | 0,981 |
| | | Komu, Asam Cuka 10% | 0,181 |
| | | Komu, Asam Cuka 15% | 0,105 |
| | | Komu, Asam Cuka 20% | 0,092 |
| | | Komu, Asam Cuka 25% | 0,088 |
| Komu, Asam Cuka 5% | Vs | Komu, Asam Cuka 10% | 0,454 |
| | | Komu, Asam Cuka 15% | 0,292 |
| | | Komu, Asam Cuka 20% | 0,260 |
| | | Komu, Asam Cuka 25% | 0,251 |
| Komu, Asam Cuka 10% | Vs | Komu, Asam Cuka 15% | 0,999 |
| | | Komu, Asam Cuka 20% | 0,998 |
| | | Komu, Asam Cuka 25% | 0,997 |
| Komu, Asam Cuka 15% | Vs | Komu, Asam Cuka 20% | 1,00 |
| | | Komu, Asam Cuka 25% | 1,00 |
| Komu, Asam Cuka 20% | Vs | Komu, Asam Cuka 25% | 1,00 |

20 menit, dan 30 menit. Hasil analisis kandungan histamin rata-rata dalam daging ikan komu (*Auxis rochei*) berdasarkan variasi waktu

dengan metode spektrofotometri UV-Vis dirangkum pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil penelitian dengan konsentrasi asam cuka 25% dengan variasi

waktu, maka konsentrasi histamin ikan komu ditemukan berkisar antara 15,5246-18,6336 mg/100g sampel. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada sampel ikan komu dengan waktu rendaman 10 menit, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada sampel ikan komu dengan waktu rendaman 30 menit.

Tabel 3. Analisis kandungan histamin ikan komu dalam larutan asam cuka 25%

| Waktu (Menit) | Konsentrasi Histamin (mg/100g) |
|---------------|--------------------------------|
| 10 | 18,6336 |
| 20 | 16,0550 |
| 30 | 15,5246 |

Hasil analisis data pengukuran histamin secara statistika (Tabel 4) menunjukkan bahwa kandungan histamin dalam daging ikan komu 25% dengan variasi waktu perendaman 20 menit dan 30 menit tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) dalam penghambatan histamin terhadap daging ikan komu dengan waktu perendaman 10 menit.

Tabel 4. Hasil analisis statistika kandungan histamin ikan komu dalam larutan asam cuka 25%

| Perbandingan | | Tingkat Signifikansi (p) | |
|---------------------|------------------------|------------------------------|--|
| Perendaman 10 menit | vs Perendaman 20 menit | 0,220 | |
| | vs Perendaman 30 menit | 0,134 | |
| Perendaman 20 menit | vs Perendaman 30 menit | 0,921 | |

Proses pembentukan histamin pada ikan sangat ditentukan oleh aktivitas enzim histidin dekarboksilase yang dihasilkan oleh bakteri pembentuk histamin. Suhu optimum bagi perkembangan bakteri tersebut adalah 20-30 °C. Penyebab utama pembusukan oleh bakteri bersumber dari insang. Sejalan dengan hal tersebut, Seumahu dkk (2009) juga melaporkan kandungan histamin dalam daging ikan berdasarkan pemberian asam asetat dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% menurun dari 51,10 mg/100g menjadi 42,29 mg/100g sampel selama 5 jam.

Semakin tinggi konsentrasi asam cuka dan semakin lama perendaman, maka kadar histamin

ikan komu semakin rendah. Hal ini disebabkan karena kandungan histamin dalam daging ikan komu ditentukan berdasarkan pemberian asam cuka. Pemberian asam cuka dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa asam cuka yang meresap ke dalam daging ikan komu diduga dapat menghambat reaksi pembentukan histamin oleh enzim melalui proses dekarboksilase. Selain itu, penambahan asam cuka pada ikan juga akan menurunkan pH.

Semakin lama proses perendaman, semakin meningkat pula penetrasi asam cuka ke dalam daging ikan yang direndam. Akibatnya rasa daging ikan yang dihasilkan terasa getir asam cukanya dengan bau yang sangat tajam. Daya hambat larutan asam cuka terhadap bakteri dan enzim semakin meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi larutan tersebut, namun rasanya semakin tidak disukai. Fungsi asam cuka memberikan pengawet dengan menurunkan pH sehingga semua bakteri pembusuk terhambat atau terhenti. Namun semakin rendah pH, maka semakin asam pula bau dan rasa daging ikan komu yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa kandungan histamin yang terdapat dalam daging ikan komu (*Auxis rochei*) dengan variasi konsentrasi asam cuka 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan waktu perendaman 10 menit adalah 25,9099; 20,0408; 18,9671; 18,7108 dan 18,6336 mg/100g sampel ikan komu. Kandungan histamin yang terdapat dalam daging ikan komu dengan variasi waktu 10, 20, dan 30 menit pada konsentrasi asam cuka 25% berturut-turut adalah 18,6336; 16,0550; dan 15,5246 mg/100g sampel ikan komu. Semakin tinggi konsentrasi asam cuka dan semakin lama perendaman, menghasilkan kadar histamin ikan komu yang semakin rendah, walaupun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred, A. 1998. *The Effect of Delayed Icing and Gutting on The Quality of Freshwater Arctic Charr (Salvelinus alpinus L.)*. Iceland: United Nation University-Fisheries Training Programme.

- Aninymous, 2007. *Kecil, Persentase Ekspor Perikanan Lokal ke Cina*. <http://www.bisnisbali.com/2007/08/10/news/agrohobi/bi.html>. Diakses tanggal 14 Oktober 2010.
- Aninymous, 2008, *Ikan, Gizi Super Komplit*, <http://id.shvoong.com/medicine-and-health/1826681-ikan-gizi-super-komplit/>. Diakses tanggal 12 Oktober 2010.
- Aninymous, 2011. Auxis rochei rochei (Risso,1810), <http://fishbase.org.cn>. Diakses tanggal 8 Oktober 2011.
- Bateman, R. C., Eldrige, D. B., Wade, S., McCoy-Messer, J., Jester, E. L. E., dan Mowdy, D. E. 1994. Copper Chelation Assay for Histamine in tuna. *J. Food Sci.*, 59(3):517-543.
- Borade, P. S., Ballary, C. C., dan Lee, D. K. C. 2007. A Fishy Cause Of Sudden Near Fatal Hypotension; *Resuscitation*, 72:158-160.
- Day, R. A., Jr, dan Underwood, A. L., 1980, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keempat*, penerjemah Pudjaatmaka, A. H., Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. *Revitalisasi Perikanan*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Ditjen Perikanan Tangkap. 2007. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2006*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Doerge, R. F., Wilson, C. O., dan Gisvold, O. 1977. *Textbook of Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry*. 7th edition. Philadelphia : Lippincott.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia*. Terbitan kedua. Diterjemahkan oleh K. Padmawinata & I. Soediro, ITB. Bandung.
- Haryanti, M. 2010. Pengaruh Konsentrasi Larutan Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$) Terhadap Kandungan Protein, Nitrogen Terlarut dan Nitrogen Non Protein pada Ikan Tongkol. Dalam <http://digilib.unimus.ac.id>. (1 November 2011)
- Henrik HH, Dilson M, dan Derrick S. 2004. *A Guide Seafood Hygiene Management*. Eurofish: the Norwegian Ministry of Fishers and Coastae Affair and the Swiss Import Promotion Programme.
- Huss, H. H. 1994. *Assurance of Sea Food Quality*. *FAO Fisheries Technical Paper*. 334.Rome. M-40 ISBN 92-5-103446-X, 169 pp.
- Huss, H. H. 1995. *Quality and Changes in Fresh Fish*. *FAO Fisheries Technical Paper*. 348.Rome. M-47 ISBN 92-5-103507-5.
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Keer, M., Paul, L. dan Sylvia, A. 2002. *Effect of Storage Condition on Histamine Formation in Fresh and Canned Tuna*. *Commision by Food Safety Unit*. Dalam www.foodsafety.vic.gov.au. (5 Oktober 2011)
- Kose, S. dan Hall, G. 2000. Modification of A Colorimetric Method For Histamine Analysis in Fish Meal, *Food Res. Int.*, 33, 839-845.
- Krizek, M., Vacha, F., Vorlova, L., Lukasova, J. dan Cupakova, S. B. 2004. Biogenic Amines In Vacuum-Packed and Non-Vacuum-Packed Flesh of Carp (*Cyprinus carpio*) Stored At Different Temperatures; *Food Chem.*, 88, 185-191.
- Lakshmanan, R., Shakila, R. J. dan Jeyasekaran, G. 2002. Survival of Amine- Forming Bacteria During The Ice Storage of Fish and Shrimp, *Food Microbiology*, 19, 617-625.
- Martin RE, Flick GJ, Hebard CE dan Ward DR. 1982. *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*. United States: AVI publishing company, Inc.
- Mulja, H. M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Airlangga University Press : Surabaya.
- Nelson, J. S. 2006. *The Fishes of The World*. Jhon Wiley and Sons Inc : New York.
- Patange, S.B., Mukundan, M.K. dan Kumar, K. Ashok. 2005. A Simple and Rapid Method for Colorimetric Determination of Histamine in Fish Flesh, *Food Control*, 16(5), 465-472.
- Peristiwady, T. 2006. *Ikan-Ikan Laut Ekonomis Penting di Indonesia*. *Petunjuk Identifikasi*. Penerbit LIPI Press. Jakarta.
- Setiyono, I.K. 2006. Factors Affecting Histamine Level in Indonesian Canned Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). *Tesis*. Departemen of Marine Biotechnology. University of Tromse. Norway.
- Seumahu, C.A., Hattu, N. dan Fransina, E.G. 2009. Analisis Kandungan Histamin sebagai Bioindikator Kualitas dan

- Keamanan Pangan Produk Perikanan pada Ikan Jenis Scombridae Berdasarkan Modifikasi Metode Spektrofotometri, *Laporan Penelitian Hibah Bersaing 2010*, Universitas Pattimura.
- Shalaby, A. R. 1996. Significance of Biogenic Amines to Food Safety and Human Health. *Food Res.Int.*, 29(7): 675-690.
- Suharna, C. 2006. Kajian Sistem Manajemen Mutu pada Pengolahan “Ikan Jambal Roti” di Pangandaran – Kabupaten Ciamis. *Tesis*, Program Studi Manajemen Sumberdaya Pantai, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sumner J, Ross T, Ababouch L. 2004. *Application of Risk Assessment in the Fish Industry*. Roma: FAO.
- Suryanti, Wikanta, T. dan Indriati, N. 2006. *Kandungan Histamin pada Beberapa Produk Hasil Perikanan*, Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Taylor, S. L. 1986. Histamine Food Poisoning : Toxicology and Clinical Aspects. *Critical Review in Toxicology*. 17: 91-128.
- Tsai, Y.H., Kung, H.F., Lee, T.M., Chen, H.C., Chou, S.S., Wei, C.I. dan Hwang, D.F. 2005. Determination of Histamine in Canned Mackerel Implicated in a Food Borne Poisoning, *Food Control*, 16(7): 579-585.
- Wicaksono, Dhias. 2009. Asesmen Risiko Histamin Selama Proses Pengolahan pada Industri Tuna Loin. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. 1983. *Enzim Pangan*. Penerbit Gramedia. Jakarta.
- Wudianto, M., Agustinus., dan P. Anung. 2007. *Memancing di Perairan Tawar dan di Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta. 125 hlm.
- Yeh, C.Y., Lin, S.J. dan Hwang, D.F. 2006. Biogenic Amines, Histamine and Label of Dressed Fried Fish Meat Products in Taiwan, *Food Control*, 17: 423–428.